

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-301478
(P2002-301478A)

(43)公開日 平成14年10月15日(2002.10.15)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト*(参考)
C 0 2 F 1/469		B 0 1 D 61/48	4 D 0 0 6
B 0 1 D 61/48		C 0 2 F 1/42	A 4 D 0 2 j
C 0 2 F 1/42		1/46	1 0 3 4 D 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2001-104752(P2001-104752)

(22)出願日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(71)出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72)発明者 井上 修行

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72)発明者 青山 淳

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(74)代理人 100096415

弁理士 松田 大

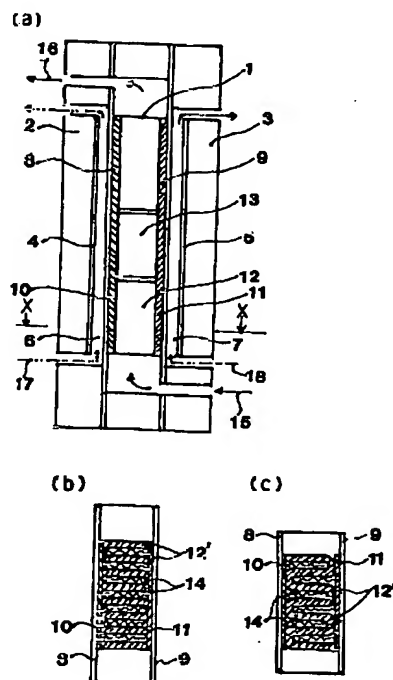
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電気再生式脱塩装置

(57)【要約】

【課題】 大容量化の際、脱塩室当りの水量増加が可能で、安定した水質、低い圧力損失が維持できる電気再生式脱塩装置を提供する。

【解決手段】 イオン交換膜9に挟まれた脱塩室1を1室以上設け、該脱塩室にイオン交換体を充填している電気再生式脱塩装置において、前記脱塩室に充填するイオン交換体が、被脱塩水の流れ方向に、陰12又は陽イオン交換体ブロック13又は、陰と陽との混合イオン交換体ブロックから選ばれた2ブロック以上から構成され、それら各ブロックは、薄板形状のイオン交換体を、被脱塩水の流れに平行に、かつ電極板に直交する如く、多層にして積層することとしたものであり、前記脱塩室には、それぞれ構成されるイオン交換体ブロックにより、電極板と平行に、薄板形状の陰又は陰陽混合イオン交換体11、陽又は陰陽混合イオン交換体10、又は、陰陽混合イオン交換体を設けることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 陰極を備えた陰極室と陽極を備えた陽極室の間に、陽イオン交換膜及び陰イオン交換膜に挟まれた脱塩室を少なくとも1室は設け、該脱塩室にはイオン交換体を充填している電気再生式脱塩装置において、前記脱塩室に充填する主となるイオン交換体が、被脱塩水の流れ方向に、主に陰イオン交換体から成る陰イオン交換体ブロック、主に陽イオン交換体から成る陽イオン交換体ブロック、又は、陰イオン交換体と陽イオン交換体との混合イオン交換体ブロックから選ばれた2ブロック以上から構成され、それら各ブロックは、薄板形状のイオン交換体を、被脱塩水の流れに平行に、かつ電極板に直交する如く、多層にして積層したものであることを特徴とする電気再生式脱塩装置。

【請求項2】 前記イオン交換膜に挟まれた脱塩室には、それぞれ構成されるイオン交換体ブロックにより、陽イオン交換体ブロックと陰イオン交換膜との間には、電極板と平行に、薄板形状の陰イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設け、陰イオン交換体ブロックと陽イオン交換膜との間には、電極板と平行に、薄板形状の陽イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設け、混合イオン交換体ブロックとイオン交換膜との間には、電極板と平行に、薄板形状の陰イオン交換体又は陽イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設けていることを特徴とする請求項1記載の電気再生式脱塩装置。

【請求項3】 陰極を備えた陰極室と陽極を備えた陽極室の間に、陽イオン交換膜及び陰イオン交換膜に挟まれた脱塩室を少なくとも1室は設け、該脱塩室にはイオン交換体を充填している電気再生式脱塩装置において、前記脱塩室に充填するイオン交換体が、被脱塩水の流れ方向に、主に陰イオン交換体から成る陰イオン交換体ブロック、主に陽イオン交換体から成る陽イオン交換体ブロック、又は、陰イオン交換体と陽イオン交換体との混合イオン交換体ブロックから選ばれた2ブロック以上から構成され、それら各ブロックは、薄板形状のイオン交換体を、電極板に平行に、多層にして積層したものであり、該脱塩室には、陽イオン交換体ブロックと陰イオン交換膜との間に、電極板と平行に、薄板形状の陰イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設け、陰イオン交換体ブロックと陽イオン交換膜との間に、電極板と平行に、薄板形状の陽イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設け、混合イオン交換体ブロックとイオン交換膜の間に、電極板と平行に、薄板形状の陰イオン交換体又は陽イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設けていることを特徴とする電気再生式脱塩装置。

【請求項4】 陰極を備えた陰極室と陽極を備えた陽極室の間に、陽イオン交換膜及び陰イオン交換膜に挟まれた脱塩室を少なくとも1室は設け、該脱塩室にはイオン交換体を充填している電気再生式脱塩装置において、前記脱塩室に充填するイオン交換体は、被脱塩水の流れ方

向に、主に陰イオン交換体から成る陰イオン交換体ブロック、主に陽イオン交換体から成る陽イオン交換体ブロック、又は、陰イオン交換体と陽イオン交換体との混合イオン交換体ブロックから選ばれた2ブロック以上から構成され、それら各ブロックは、薄板形状のイオン交換体を、電極板に平行に、多層にして積層したものであり、前記イオン交換体ブロックは、前記陰イオン交換膜との間に、ブロック間を横断して、電極板と平行に、薄板形状の陰イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設け、また、前記陽イオン交換膜との間に、ブロック間を横断して、電極板と平行に、薄板形状の陽イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設けていることを特徴とする電気再生式脱塩装置。

【請求項5】 前記脱塩室に充填される薄板形状のイオン交換体は、その密度又はメッシュ数が2種類以上で構成されていることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載の電気再生式脱塩装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気再生式脱塩装置に係り、特に、電力・原子力、電子産業、医薬品製造業における純水製造などに利用できる液体中からイオンを除去する電気再生式脱塩装置に関する。

【0002】

【従来の技術】本出願人は、これまでに電気再生式脱塩装置として、数々の技術開発を行ってきた。それらは、例えば、特開平5-64726号、特開平7-100391号、特開平9-99221号公報、及び、特願平10-153697号等に示すとおりである。先ず、特開平5-64726号公報による方法では、イオン交換繊維やその集合体であるイオン交換不織布は、被処理水が陽イオン交換繊維と陰イオン交換繊維とに何回も接触するよう、両繊維を混ぜたり、両繊維束を縦横に織ったりしたものを用いている。しかし、この混合イオン交換繊維の製造は、実験室的には製作できるが、実機レベルで量産しようとするコストがかかりすぎる問題があった。

【0003】また、特開平5-64726号公報による別の応用として、脱塩室を流れ方向に分割し、陰イオン交換繊維を充填したブロック、陽イオンを充填したブロックを何段か設け、これらのブロックを被処理水が次々と流れるようにすることで、被処理水が、陽イオン交換繊維と陰イオン交換繊維とに何回も接触することができ、小水量のときは高水質が得られている。しかし、水量を増していくと、イオン交換繊維（又は不織布）の充填量が少ない場合には、繊維が圧密により変形し、被処理水の偏流が生じて、処理水質の低下を招き、また、イオン交換繊維（又は不織布）の充填量が多いと、圧力損失の上昇が大きく、漏水が起こる等の問題があった。

【0004】特開平7-100391号公報、特開平9

ー99221号公報、特願平10-153697号に示す技術は、陽イオン交換不織布と陰イオン交換不織布とを、プラスチック・ネットあるいはイオン導電性のあるネットを間に挿んで脱塩室に充填したものである。これらにより、被処理水は、必ずしもイオン交換繊維層の中を通過させる必要がなく、圧力損失が少なくなり、高性能化が図れてきた。しかし、脱塩室一室当りの大容量化を図るため、脱塩室を厚くし、陽イオン交換不織布と陰イオン交換不織布との間に、多数のイオン導電性ネットを挿んで脱塩室に充填し、大流量でも圧力損失の増大を招かぬようにすると、処理水質が大幅に悪化してしまうという欠点がある。このため、装置の大容量化には、厚さ2～4mmに制限した小容量脱塩室を、多数用いるという方法で対応せざるを得ない。なお、特開平7-100391号公報の場合には、プラスチック・ネット部にイオン伝導性がなく、この部分では被処理水の電気伝導で電気を通す必要があり、必要な電圧が大きく、大電力が必要となる。ネットをイオン導電性のあるものにすれば(特願平10-153697号)この問題は解決するがコスト上の問題が出てくる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前記先行技術の問題点を解決し、大容量化の際、脱塩室当りの水量増加が可能で、安定した水質、低い圧力損失が維持でき、また、イオン伝導性のあるネットを利用しなくても電圧の大きな上昇はなく、コストメリットのある電気再生式脱塩装置を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明では、陰極を備えた陰極室と陽極を備えた陽極室の間に、陽イオン交換膜及び陰イオン交換膜に挟まれた脱塩室を少なくとも1室は設け、該脱塩室にはイオン交換体を充填している電気再生式脱塩装置において、前記脱塩室に充填する主となるイオン交換体が、被脱塩水の流れ方向に、主に陰イオン交換体から成る陰イオン交換体ブロック、主に陽イオン交換体から成る陽イオン交換体ブロック、又は、陰イオン交換体と陽イオン交換体との混合イオン交換体ブロックから選ばれた2ブロック以上から構成され、それら各ブロックは、薄板形状のイオン交換体を、被脱塩水の流れに平行に、かつ電極板に直交する如く、多層にして積層することとしたものである。前記装置において、イオン交換膜に挟まれた脱塩室には、それぞれ構成されるイオン交換体ブロックにより、陽イオン交換体ブロックと陰イオン交換膜との間には、電極板と平行に、薄板形状の陰イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設け、陰イオン交換体ブロックと陽イオン交換膜との間には、電極板と平行に、薄板形状の陽イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設け、混合イオン交換体ブロックとイオン交換膜との間には、電極板と平行に、薄板形状の陰イオン交換体又は陽イオン

交換体又は陰陽混合イオン交換体を設けることができる。

【0007】また、本発明では、陰極を備えた陰極室と陽極を備えた陽極室の間に、陽イオン交換膜及び陰イオン交換膜に挟まれた脱塩室を少なくとも1室は設け、該脱塩室にはイオン交換体を充填している電気再生式脱塩装置において、前記脱塩室に充填するイオン交換体が、被脱塩水の流れ方向に、主に陰イオン交換体から成る陰イオン交換体ブロック、主に陽イオン交換体から成る陽イオン交換体ブロック、又は、陰イオン交換体と陽イオン交換体との混合イオン交換体ブロックから選ばれた2ブロック以上から構成され、それら各ブロックは、薄板形状のイオン交換体を、電極板に平行に多層にして積層したものであり、また、該脱塩室には、陽イオン交換体ブロックと陰イオン交換膜との間に、電極板と平行に、薄板形状の陰イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設け、陰イオン交換体ブロックと陽イオン交換膜との間に、電極板と平行に、薄板形状の陽イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設け、混合イオン交換体ブロックとイオン交換膜の間に、電極板と平行に、薄板形状の陰イオン交換体又は陽イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設けることとしたものである。

【0008】さらに、本発明では、陰極を備えた陰極室と陽極を備えた陽極室の間に、陽イオン交換膜及び陰イオン交換膜に挟まれた脱塩室を少なくとも1室は設け、該脱塩室にはイオン交換体を充填している電気再生式脱塩装置において、前記脱塩室に充填するイオン交換体は、被脱塩水の流れ方向に、主に陰イオン交換体から成る陰イオン交換体ブロック、主に陽イオン交換体から成る陽イオン交換体ブロック、又は、陰イオン交換体と陽イオン交換体との混合イオン交換体ブロックから選ばれた2ブロック以上から構成され、それら各ブロックは、薄板形状のイオン交換体を、電極板に平行に、多層にして積層したものであり、前記イオン交換体ブロックは、前記陰イオン交換膜との間に、ブロック間を横断して、電極板と平行に、薄板形状の陰イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設け、また、前記陽イオン交換膜との間に、ブロック間を横断して、電極板と平行に、薄板形状の陽イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体を設けることとしたものである。

【0009】これらの装置において、脱塩室に充填される薄板形状のイオン交換体は、その密度又はメッシュ数が2種類以上で構成することができ、また、イオン交換体ブロックを構成する薄板形状のイオン交換体は、間にプラスチック・ネットを挟みこむことができ、さらに、少なくとも、電極板に直交しているイオン交換体には、多数のパンチング穴を設けてもよく、イオン交換体ブロックを構成するイオン交換体を、流れ方向の上流側、下流側を交互に連結し、両側を脱塩セルに止めるようにすることもできる。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明は、主となるイオン交換体が繊維状をなし、これらが織布、不織布、ネットなど薄板形状の集合体となっているイオン交換体を用いた電気再生式脱塩装置である。本発明は、脱塩室を流れ方向に分割し、陰イオン交換繊維を充填したブロック、陽イオン交換繊維を充填したブロック等を何段か設け、これらのブロックを被処理水が次々と流れるようにして、被処理水が陽イオン交換繊維と陰イオン交換繊維とに接触することで、被処理水の水質を高くすることができる。本発明の一つは、イオン交換体とイオン交換膜とは直交する形になっている。膜とイオン交換体との接触を確実にするため、クッション材的に、イオン交換膜に平行に接触させるようにイオン交換体を設けることにより、製作品毎の性能のばらつきが減少することができる。

【0011】また、本発明でイオン交換膜と、これと対のイオンを持ったイオン交換体ブロックとの間に設ける、該イオン交換膜と同一のイオンを持った薄板形状のイオン交換体は、イオン交換体ブロックとの接触部付近で、水解を起こし、OHイオン、Hイオンを発生し、イオン交換体ブロックの再生に役立っている。このイオン交換体ブロックの再生により、被処理水の水質が高く維持されることになる。このことを詳細に説明すれば、陰イオン交換体ブロックと陽イオン交換膜との間には、陽イオン交換体（あるいは混合イオン交換体の陽イオン交換体）があり、陽イオン交換体と陰イオン交換体との接触部付近で、水解によるOH、Hイオンが大量に発生し、OHイオンは、陽極に向かって、陰イオン交換体ブロックの再生を活発に行い、この再生で、硫酸イオン、塩素イオン等の陰イオンの除去脱塩性能が向上し、その性能が維持されている。また、陽イオン交換体ブロックと陰イオン膜との間には、陰イオン交換体（あるいは混合イオン交換体の陰イオン交換体）があり、陽イオン交換体と陰イオン交換体との接触部付近で、水解によるOH、Hイオンが大量に発生し、Hイオンは、陰極に向かって、陽イオン交換体ブロックの再生を活発に行い、この再生で、ナトリウムイオン、カルシウムイオン等の陽イオンの除去性能が向上し、また性能が維持されている。

【0012】さらに、各ブロックを構成するイオン交換体の密度（あるいはメッシュ）に変化を与えることにより、被処理水の通り易さとイオン交換体との接触を確保することができる。メッシュを粗く（密度を小さく）すると流動抵抗は小さくなるが、イオン交換体の表面積が小さく、イオン交換体との接触が少なくなってしまう。そこで、粗いメッシュの隣に、メッシュが細かく（密度が大きく）表面積の大きなイオン交換体を配置することで、全体としての接触面積を確保している。この場合、粗いメッシュ部で攪乱された水が、細かいメッシュ部に強制的に接触させられることになる。例えば、密度の異

なる布状イオン交換体が、不織布からなるイオン交換体と、ネット状イオン交換体の組み合わせの場合、ネット状のメッシュが粗く、即ち密度が小さい場合、水はネット部を通る割合が増加する。ネット自体にイオン伝導機能を有し、イオン交換するが、さらにネットで攪乱されるので、隣の不織布との接触も増幅される。

【0013】また、密度の異なる布状イオン交換体が、パンチング（打ち抜き）状の穴を設けたイオン交換体（不織布）と、ネット状イオン交換体の組み合わせである場合、不織布の穴により全体の圧力損失を調整することができ、また、イオン交換体と被処理水との接触も良好となる。また、各ブロックを構成するイオン交換体の密度（あるいはメッシュ）に変化を与え、一方を接触面積は少なくとも、腰の強いイオン交換体とすることで、流体圧による変形を防ぎ、変形による圧力損失の上昇を防ぐことができる。また、イオン交換体の間にプラスチック・ネットを入れて被処理水が通り易くしてもよい。この際、プラスチック・ネット部が大きな電気抵抗とはならぬように、電流路から見て、プラスチック・ネットと並列に、イオン交換体を設けるのがよい。

【0014】不織布からなるイオン交換体と、目の粗いネット状イオン交換体とを、コストで比較すると、ネット状のイオン交換体が2倍以上高い（イオン交換基の取付の点でコスト嵩むらしい）ので、イオン交換体は基本的に不織布形態のものをを用いるのがよい。この場合、水は主にネット部を通ることになるが、ネットで水を攪乱し、隣接するイオン交換体（不織布）に衝突させるようにして接触させることになる。超純水を目指す場合には、ネット部の吹き抜け水が比抵抗を下げるという問題をおこすが、10～15MΩ以下の純水レベルであれば、充分に対応ができる。また、不織布形態のイオン交換体に、パンチング（打ち抜き）状の穴を設けることもできる。パンチングの穴サイズ及び数で、圧力損失の調整をする。

【0015】また、パンチング（打ち抜き）状の穴を設けた不織布形態のイオン交換体と、プラスチック・ネットとを組み合わせることで、全体の圧力損失を調整することもできる。水質によって、イオン交換体は伸び縮みがある。例えば、陽イオン交換体は、水質が非常に良くなってくるとH型（水素型）が多くなるが、ナトリウムイオンの多い水質では、Na型イオン交換体が多くなる。H型はNa型に比して、膨張した状態となる。同様に、陰イオン交換体も、OH型は、Cl型に比して、膨張した状態となる。イオン交換体の伸び縮みで、縮んだ場合、すき間を通過して、被脱塩水がイオン交換体をバイパスすることがある。このような場合は、上流、下流を交互に連結しておくことで、運転状態が変化しても、被脱塩水のバイパスを防ぐことができる。

【0016】次に、図面を用いて本発明を説明する。図1及び図2は、本発明の電気再生式脱塩装置の一例を示

す概略構成図であり、脱塩室1室+陰極室+陽極室から構成されている。図において、1は脱塩室、2は陰極4を備えた陰極室、3は陽極5を備えた陽極室、6は陰極水通路、7は陽極水通路、8は陽イオン交換膜、9は陰イオン交換膜、10は陽イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体、11は陰イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体、12は陰イオン交換体ブロック、12'は陰イオン交換体、13は陽イオン交換体ブロック、14はネット、15は被処理水、16は処理水、17は陰極水、18は陽極水である。図1(a)は、全体の正面断面図であり、図1(b)及び図1(c)は(a)のX-X矢視図である。このように図1においては、脱塩室は3つのブロックで構成され、各ブロックは、図1(b)のように薄板形状のイオン交換体12'とネット14が、被処理水15の流水に平行に、かつ電極板4、5に直交するように、交互に多層に積層されていてもよいし、図1(c)のようにイオン交換体12'を折れ板状とし、折れ板の各辺の間にプラスチック・ネットを挟み込んでもよい。

【0017】また、図2(a)は全体の正面断面図であり、図2(b)は、イオン交換体ブロック12、13の内部説明図である。このように、図2においては、脱塩室は3つのブロックで構成され、各ブロックは、粗12'、13'と密12''、13''の、例えばネットと不織布などの薄板形状のイオン交換体を、交互に電極板(陰極、陽極)に平行に、多層に積層されている。混合イオン交換体は、陽イオン交換繊維と陰イオン交換繊維とからなる布としてもよいが、図2(b)のように、陽イオン交換布13aと陰イオン交換布12aとから構成してもよい。図3は、複数の脱塩室+複数の濃縮室+陰極室+陽極室から構成された本発明の電気再生式脱塩装置の一例を示す概略構成図である。図3では脱塩室1は3室で構成されており、個々の脱塩室の内部は、前記図1及び図2に示したものと同様に構成されている。

【0018】また、図には示していないが、脱塩室と極室の間に濃縮室を設けても良いし、濃縮室にイオン交換体を充填して、電気抵抗を減少させてもよい。図4は、脱塩室2室と脱塩室内部が4つのブロックから構成された本発明の電気再生式脱塩装置の一例を示す概略構成図

であり、図4(a)は正面断面図、図4(b)は(a)のY-Y矢視図、図4(c)、(d)は、脱塩室の各ブロックの内部拡大図である。図4では、イオン交換体が縮んだ場合、すき間を通して被処理水がイオン交換体をバイパスすることがあるため、図4(c)、(d)のように、上流、下流を交互に連結しておくことで運転状態が変化しても、被脱塩水のバイパスを防ぐことができる。

【0019】

【発明の効果】本発明によれば、大容量化の際、脱塩室あたりの水量増加が可能で、安定した水質、低い圧力損失が維持でき、また、イオン伝導性のあるネットを利用しなくても電圧の大きな上昇はなく、コストメリットのある電気再生式脱塩装置が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電気再生式脱塩装置の一例を示す概略構成図で、(a)は正面断面図、(b)、(c)は(a)のX-X矢視図。

【図2】本発明の電気再生式脱塩装置の他の例を示す概略構成図で、(a)は正面断面図、(b)はイオン交換体ブロックの内部説明図。

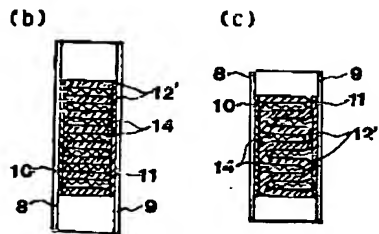
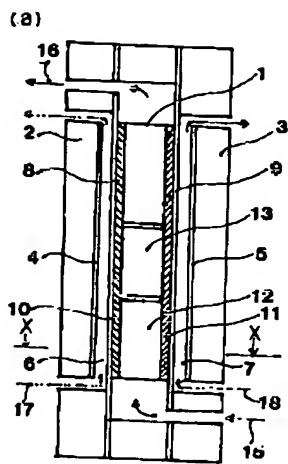
【図3】本発明の電気再生式脱塩装置の他の例を示す概略構成図。

【図4】本発明の電気再生式脱塩装置の他の例を示す概略構成図で、(a)は正面断面図、(b)は(a)のY-Y矢視図、(c)、(d)はイオン交換体ブロックの内部説明図。

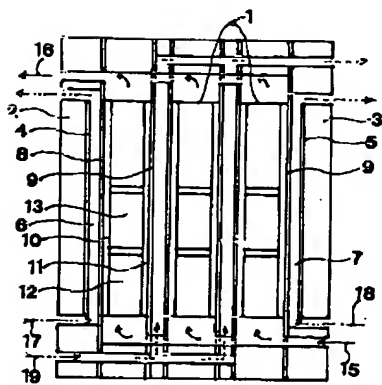
【符号の説明】

1：脱塩室、2：陰極室、3：陽極室、4：陰極、5：陽極、6：陰極水通路、7：陽極水通路、8：陽イオン交換膜、9：陰イオン交換膜、10：陽イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体、11：陰イオン交換体又は陰陽混合イオン交換体、12：陰イオン交換体ブロック、12'、12''：陰イオン交換体、12a：陰イオン交換布、13：陽イオン交換体ブロック、13'、13''：陽イオン交換体、13a：陽イオン交換体、14：ネット、15：被処理水、16：処理水、17：陰極水、18：陽極水、19：濃縮水

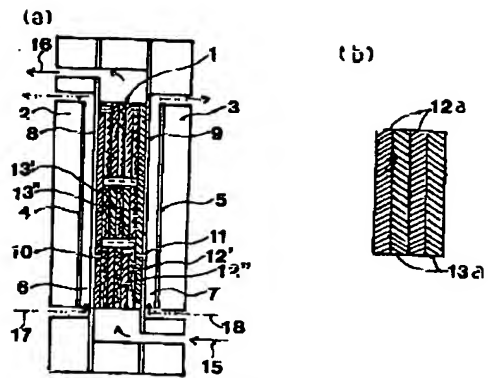
【図1】



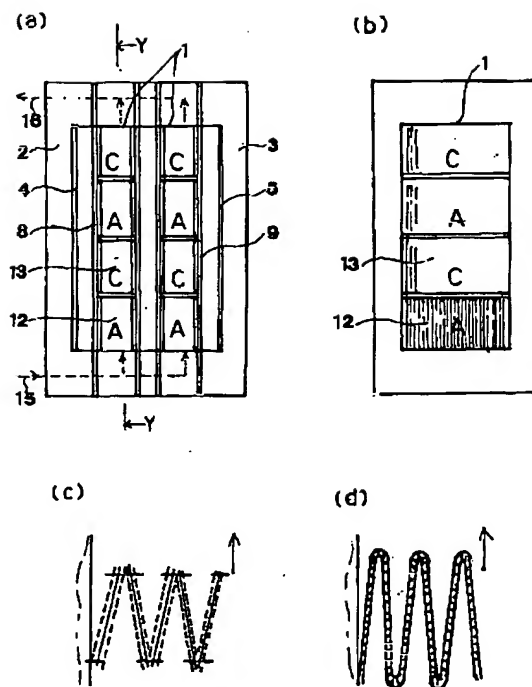
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4D006 GA17 HA47 JA30A JA41A
JA42A JA43A JA44A MA03
MA13 MA14 MB07 PA01 PB27
PB28 PC01 PC31 PC32 PC42
4D025 AA03 AA07 AB07 AB14 AB18
AB19 BA08 BA13 BA25 BA27
BA28 BB15 DA07
4D061 DA02 DB13 EA09 EB01 EB04
EB13 EB17 EB19 FA08